

Szerves és műtrágyák tápelemtartalmának érvényesülése tartamkísérletekben. II. P-forgalom

SARKADI JÁNOS

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A martonvásári tartamkísérletekről már több ízben beszámoltunk. Legutóbb az 1956-1991. években mért N-forgalmi adatokat ismertettem (SARKADI, 1993). Jelen közleményben, mely az OTKA T 5107 sz. kutatási szerződés támogatásával készült, a P-tartalmak változásait mutatom be.

Anyag és módszer

A kísérletek általános talaj- és éghajlati viszonyait, a kísérletek növény-sorrendjét, tervezetét, parcella elrendezését stb. régebben már közöltük (SARKADI és BÁNÓ, 1967; SARKADI, 1975, 1976, 1991, 1993). E közleményekből kitűnik, hogy a különböző könnyen és nehezen bomló szerves anyagok hatásait eredetileg pillangós szakaszt is tartalmazó négyes vetésforgókban vizsgáltuk. A 2. rotációtól kezdve azonban a N-forgalom becslését zavaró pillangós szakaszt elhagytuk és a kísérleteket kukorica-búza dikultúrákban folytattuk. Közülük az 1.1. és 1.4. jelűek máig fennmaradtak. Az e kísérletekben szereplő fajtákat az előző közleményben soroltuk fel (SARKADI, 1993).

Az idők folyamán a kutatás szempontjai is változtak némiképp. A meglehetősen inaktívnak bizonyult tőzeg- és lignitkeverékeket elhagytuk és e parcellákon a továbbiakban a különböző adagú és arányú istállótrágya-műtrágya kombinációk hatásait mértük. Törekedtünk azonban arra, hogy az eredeti kezelések nagyobb része változatlanul megmaradjon.

Az e közleményben szereplő, változatlan kezelések a következők:

1. Trágyázatlan kontroll. A 2. variánsban átlag 42 t/ha félérett szarvasmarha trágyát szántottunk alá 4 évenként ősszel, az első kukorica szakasz előtt. A 3. kezelésben az istállótrágya NPK-tartalmával azonos mennyiségű hatóanyagokat adtunk 4 évre elosztva. A szuperfoszfát formájában adott kereken évi átlag 45 kg/ha P_2O_5 -adagokat (kb. 20 kg/ha P) minden ősszel a szántás előtt szórtuk ki. A 4. (1+M) és az 5. (M_2) kezeléseknél átlag 90, illetve 86 kg P_2O_5 /ha/év adagot adtunk. Az 1.4. kísérlet 6. kezelésének első évében tőzegkorpa szerepelt, a to-

vábbi években csak műtrágyákat adtunk. A 7. és 8. kezelésekben a műtrágyákon kívül az első és a második szakasz után 7 t/ha kukoricaszárat, a búza szakaszok után pedig 5 t/ha szecsckázott búzaszalmát szántottunk a talajba (lásd 2. táblázat).

A búzaterméseket parcellakombájjal, a kukoricát eleinte kézzel, majd a 80-as évektől kezdve ugyancsak parcellakombájjal takarítottuk be, az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete munkatársainak irányításával. A melléktermések tömegét a parcellánként 10-20 töből álló kukorica-, ill. a 0,5 m²-ekből vett búzaminták feldolgozásával határoztuk meg. A tápelemek hasznosulását, a tápelemmérlegek alakulását a szerves- és műtrágyák, valamint a betakarított növényekből vett minták elemzése alapján becsültük. A légszáraz minták P-tartalmát H₂SO₄+H₂O₂-os roncsolás után THAMM és munkatársai (1968) szerint kolorimetrikusan határoztuk meg. Az eredményeket 86 % szárazanyag-tartalmú termésekre, ill. a trágyaként felhasznált minták adatait az eredeti nedvességtartalmú anyagra számoltuk át.

Eredmények

Átlagos P-tartalmak

A vizsgált időszakban betakarított kukorica- és búzatermések P-tartalmát jellemző mutatókat az 1. táblázat tartalmazza. A közölt, 86 % száraz anyagra számított átlagos P-tartalmak, figyelembe véve a 20-40 %-os szórásokat és a szélső értékek igen tág határait, elég jól egyeztek a régebbi vizsgálatok eredményeivel (ANSORGE, 1965; KÁDÁR és CSATHÓ, 1985; KRÁMER et al., 1979 LÁSZTITY et al., 1978; LÁSZTITY és KÁDÁR, 1978; LÁSZTITY, 1988; SARKADI és LÁNG, 1963; SARKADI, 1975; TATÁR, 1985). A legújabban DEBRECZENINÉ (1994) által összefoglalt kompolti és gödöllői kísérletekből származó búza- és kukoricaminták P-tartalmai is közel állnak a martonvásári kísérletekből származó minták eredményeihez. Az OMTK kísérletekből vett növények elemzéseinek értékelésekor tudnunk kell, hogy azok abszolút száraz anyagra vonatkoznak. A búzaszalmák pedig ott minden bizonnyal a szalma és pelyva keverékét jelentik. Az említett könyvrészletben közölt kompolti kísérletekből számított fajlagos P-tartalmak valamivel kisebbek, a gödöllőiek gyakorlatilag azonosak, az OMTK kísérletek intenzíven trágyázott parcelláiról származók pedig valamivel nagyobbak az 1. táblázatban közölt átlagoknál. Természetesen a fajlagos tápelemigény nagymértékben függ a fő- és melléktermék arányától is. A bemutatott szórásokból és szélső értékekből látható, hogy a martonvásári kísérletekben is előfordulnak az átlagosnál jóval kisebb és nagyobb értékek is. A trágyaigényt befolyásoló tápelemigényt azonban az átlagokból célszerű becsülni. Így el kell fogadnunk DEBRECZENINÉ (1994) végső következtetését, mely szerint pl. a búza fajlagos P₂O₅-igényét a régebbi 12 helyett 10 kg/t-ra lehet tartani. Ugyancsak csökkenthető legalább 1 kg-mal a kukorica régebben 11 kg/t-ra becsült fajlagos P₂O₅-igénye.

1. táblázat
A kukorica és búza P-tartalmát jellemző mutatók
(Martonvásár, 1956-1991, 86 % száraz anyagra számítva)

(1) Mutatók	x	s	CV	Medián	Max.	Min.	n
A. Kukorica							
a) szem P%	0,27	0,06	22	0,27	0,57	0,10	352
b) szár P%	0,07	0,03	42	0,07	0,17	0,01	310
c) csutka P%	0,04	0,02	49	0,03	0,12	0,01	252
d) fajlagos P, kg/t	3,22	0,64	20	3,20	6,31	1,63	232
e) fajlagos P ₂ O ₅ , kg/t	7,38	1,47	20	7,34	14,45	3,74	232
f) kivont P, kg/ha	19	7	38	19	50	3	232
f) kivont P ₂ O ₅ , kg/ha	44	17	38	44	114	6	232
B. Őszi búza							
a) szem P%	0,33	0,06	18	0,33	0,59	0,21	332
g) szalma P%	0,05	0,02	40	0,05	0,11	0,01	298
h) pelyva P%	0,09	0,05	56	0,08	0,34	0,02	243
d) fajlagos P, kg/t	4,18	0,89	21	4,06	6,91	2,35	243
e) fajlagos P ₂ O ₅ , kg/t	9,60	2,05	21	9,31	15,84	5,40	243
f) kivont P, kg/ha	16	6	38	16	38	5	243
f) kivont P ₂ O ₅ , kg/ha	38	14	38	36	88	12	243

A kezelések hatása a P-tartalomra

A 2. táblázatban a kísérletek átlagában mutatjuk be a kezelések hatásait a vizsgált időszakban termett kukorica és búza P-tartalmára. Látható, hogy az eltérő tápanyagellátás a kukorica föld feletti részeinek P-tartalmát, ha nem is jelentősen, de igazolhatóan befolyásolta. A 2. kezelés istállótrágyázott parcelláin termett kukoricaszem P %-a és a növény fajlagos P-tartalma kismértékben nagyobb volt, mint a csak műtrágyázott M1 kezelés hatására termett kukoricáké. A nagyobb, átlag évi 85-90 kg P₂O₅/ha adagok mintegy 20 %-kal növelték a trágyázatlan kukorica fajlagos P-tartalmát és kereken 70 %-kal a föld feletti résszel kivont P mennyiségét.

A búza P-tartalmai közötti átlagos különbségek csekélyek voltak, ellentétben a DEBRECZENINÉ (1994) által közölt OMTK-kísérletekkel, de hasonlóak az ugyanott bemutatott kompolti és gödöllői eredményekhez. A búza fő- és mellékterméseivel összesen kivont P lényegében követte a szemtermés alakulását. Így a betakarított búzanövények a kezelések hatására a kísérletek átlagában 40-90 %-kal több foszfort tartalmaztak a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva.

2. táblázat
A kezelések hatása a kukorica és búza termésére, valamint P-tartalmára
(Martonvásár 1956-1991, 86 % száraz anyagra számítva)

	(1) Kezelés						(2)	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	Ø	I	M1	I+M	M2	M3	Sz+m1	Sz+m2
A. Kukorica (szemtermés 100 %=4,82 t/ha)								
a) szemtermés %	100	132	132	140	138	137	136	141
b) szem P %	0,23	0,28	0,26	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27
c) szár P %	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
d) csutka P %	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
e) fajlagos P, kg/t	2,97	3,43	3,27	3,45	3,52	3,54	3,26	3,42
e) fajlagos P ₂ O ₅ , kg/t	6,82	7,87	7,50	7,92	8,08	8,11	7,47	7,84
f) kivont P, kg/ha/év	13	21	20	23	23	23	21	23
f) kivont P ₂ O ₅ , kg/ha/év	31	48	46	52	53	52	48	52
B. Őszi búza (szemtermés 100 %=2,42 t/ha)								
a) szemtermés %	100	132	166	187	188	190	166	188
b) szem P %	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34	0,33	0,34	0,34
g) szalma P %	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
h) pelyva P %	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
e) fajlagos P, kg/t	4,02	4,23	4,12	4,22	4,29	4,11	4,13	4,20
e) fajlagos P ₂ O ₅ , kg/t	9,22	9,72	9,46	9,70	9,84	9,42	9,47	9,64
f) kivont P, kg/ha/év	10	14	17	19	19	19	17	19
f) kivont P ₂ O ₅ , kg/ha/év	23	31	38	44	44	43	38	43
C. Adott P₂O₅, kg/ha/év								
i) szerves trágyában	Ø	45	0	43	0	1	8	7
j) műtrágyában	Ø	0	45	47	86	83	42	78
k) összesen	Ø	45	45	90	86	84	50	85

I = istállótrágya, Sz = szalma, ill. szár, M, m = műtrágyák, Nsz = nem szignifikáns

A fajták és egyéb tényezők hatása a P-tartalomra

A 2. táblázatból az is kitűnik, hogy a P-tartalmak szórásait nemcsak az eltérő trágyázás okozhatta. Sajnos a fajtakülönbségek megítélését a viszonylag gyors fajtaváltások miatt a jelentős "évhatások" erősen megnehezítik. Többé-kevésbé szabatosan csak a Bezosztaja 1 és az Mv 8 búzafajták P-tartalmai hasonlíthatók össze.

Az 1962-1971. időszakban, összesen 10 kísérletben termelt Bezosztaja 1. és az 1982-1987. években 5 kísérletben szerepelt Mv 8 búzafajták átlagos P-tartalmait a 3. táblázat foglalja össze. Látható, hogy az Mv 8 búza szem- és pelyva-terméseinek P-tartalma, valamint a fajlagos és a föld feletti résszel kivont P mennyiségei a kísérlet átlagában igazolhatóan nagyobbak voltak a Bezosztaja 1 búzáénál. A nagyobb adagokkal trágyázott, egyre pozitívabb P-mérlegű parcellák talajai ugyan több P-t tartalmaztak a 80-as, mint a 60-as években, de a kezelésektől független, a trágyázatlan kontrollban is megnyilvánuló különbségek valószínűsítik az Mv 8 fajta intenzívebb P-felvételét.

A fajtákon kívül nyilván számos egyéb tényező, köztük az időjárás is befolyásolhatja a növények P-tartalmát. ÁRENDÁS (1993) az 1.1. jelű kísérletek terméseredményeinek elemzése alapján kimutatta, hogy a nagyobb kukoricatermések együtt jártak a hím- és nővirágzás idejében mért csapadékosabb időszakokkal. A búzatermések esetében csak a szélsőségesen száraz évek kedvezőtlen hatásait lehetett megállapítani.

ÁRENDÁS csoportosításait is felhasználva megállapítottuk, hogy a nagyobb terméseket eredményező, kedvező időjárású években a kukorica szemtermések több P-t tartalmaztak, mint a kedvezőtlenebb években. A "rossz" években mért átlag 5,4 t/ha kukorica szemtermések átlag 0,24 %, míg a "jó" évek 7,4 t/ha szemtermései átlag 0,29 % P-t tartalmaztak. A 0,5 % P-tartalom különbség igazolható volt, a "kezelés" x "évcsoporthatás" kölcsönhatás nem volt szignifikáns. A nagyobb és kisebb búzatermések P-tartalmai között nem tudunk igazolható különbségeket kimutatni.

P-érvényesülés

Ismeretes, hogy a trágyák tápelemtartalmának hasznosulását, érvényesülését többféle módon is lehet becsülni (SARKADI, 1975). Az ún. különbség-módszerrel történő becsléskor hibát okozhat, hogy a trágyázott és trágyázatlan talaj tápelemszolgáltatása nem azonos. Ezért sokan az ily módon számított, a valóságosnál feltehetően kisebb hasznosulást látszólagosnak nevezik. Ha a talaj tápelemszolgáltatását jól jelző, könnyen oldható tápelemtartalom hosszabb idő alatt sem csökken, úgy feltehető, hogy a növényekkel felvett tápelemeket, vagy legalábbis egy részüket végeredményben az adott trágyák szolgáltatták. Jelen kísérletben - amint azt egy későbbi közleményben bemutatjuk - a trágyázott parcellák könnyen oldható P-tartalma nem csökkent, sőt a nagyobb P-adagok

3. táblázat
A Bezostaja 1 és az Mv 8 búzafajták P-tartalmai
(Martonvásár, Bez. 1: 1962-1971; Mv 8: 1982-1987, 86 % sz.a.-ra számolva)

(1) Búza- fajta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	(2) SzD _{5%}	(3) Átlag
	Ø	I	M1	I+M	M2	M3	Sz+m1	Sz+m2		
A. Szem P %										
Bez. 1	0,31	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,33	0,33	Nsz	0,32
Mv 8	0,41	0,38	0,38	0,39	0,41	0,37	0,42	0,41	Nsz	0,39
a) SzD _{5%}				0,07						0,03
B. Szalma P %										
Bez. 1	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05
Mv 8	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,01	0,06
a) SzD _{5%}				Nsz						Nsz
C. Pelyva P %										
Bez. 1	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,03	0,08
Mv 8	0,11	0,09	0,10	0,09	0,13	0,11	0,15	0,14	0,03	0,11
a) SzD _{5%}				0,05						0,02
D. Fajlagos P, kg/t										
Bez. 1	3,6	4,0	3,9	4,0	4,0	3,9	3,9	4,0	Nsz	3,9
Mv 8	5,0	4,9	4,9	4,9	5,1	4,7	5,2	5,3	Nsz	5,0
a) SzD _{5%}				0,08						0,3
E. Kivont P, kg/ha										
Bez. 1	7,8	11,8	13,5	15,4	16,3	15,2	13,4	15,8	1,4	13,7
Mv 8	12,3	15,0	19,7	23,5	24,8	23,2	20,7	25,3	1,4	20,6
a) SzD _{5%}				5,7						2,1

hatására növekedett. Így használhatjuk az ún. mérleg-módszert is, amikor az összes kivont P-t viszonyítjuk az adothoz.

A 4. táblázatban a kezelésekkel adott és a betakarított növényekkel kivont P mennyiségét az utóhatások miatt kumulálva, az 1-8, 1-16 stb. években egy évre számítva közöljük. Az adatokból látható, hogy a betakarított termésekkel kivont P az évek előrehaladásával fokozatosan növekedett. Ez a tendencia feltehetően az egyre intenzívebb fajták termesztésének következményeként még a trágyázatlan kontrollkezelésben is megnyilvánult.

A különbség módszerrel számított P-értéyesülés a 2. és 3. variánsokban, azaz az évi 35-55 kg P_2O_5 /ha adagok esetében 15-20 %-ról 30-35 %-ra növe-

4. táblázat
A kezelések halmazott P-forgalma

(1) Kezelés	(2) 1.1. kísérlet (1956-1991)					(4) 1.4. kísérlet (1959-1990)			
	1-8.	1-16.	1-24.	1-32.	1-36.	1-8.	1-16.	1-24.	1-32.
	(3) Év					(3) Év			
A. Adott P ₂ O ₅ kg/ha/év									
2. I	44	38	36	36	37	42	41	44	53
3. M1	44	38	36	35	37	42	41	44	54
4. I+M	76	66	68	72	76	84	83	88	106
5. M2	68	64	66	72	74	84	83	88	100
6. M3	37	51	71	80	82	74	83	87	86
7. Sz+m1	43	38	37	37	40	45	46	50	61
8. Sz+m2	50	44	49	61	65	87	88	94	107
B. Kivont P ₂ O ₅ kg/ha/év									
1. Ø	22	25	24	26	27	20	21	22	26
2. I	28	35	34	36	37	29	31	35	40
3. M1	29	36	35	38	39	32	34	39	43
4. I+M	32	40	41	45	46	38	39	43	47
5. M2	31	40	41	45	46	40	41	46	50
6. M3	27	37	40	45	46	35	39	44	47
7. Sz+m1	29	35	34	37	39	33	35	40	46
8. Sz+m2	31	39	38	43	44	39	41	46	50
C. Kivont többlet a Ø-hoz, kg P ₂ O ₅ /ha/év									
2. I	6	10	10	10	10	9	10	13	14
3. M1	7	11	11	12	12	12	13	17	17
4. I+M	10	15	17	19	19	18	18	21	21
5. M2	9	15	17	19	19	20	20	24	24
6. M3	5	12	16	19	19	15	18	22	21
7. Sz+m1	7	10	10	11	12	13	14	18	20
8. Sz+m2	9	14	14	17	17	19	20	24	24

kedett. A mérleg-módszer szerint a P-hasznosulás elérte a 80-100 %-ot is. A P-adagok növelésekor természetesen a csökkenő hozadék törvényének megfelelően mindkét számítással csökken a P-értékesülés.

Bármelyik módszerrel számítjuk is a P-értékesülést, az eredmények a legtöbb kézikönyv megállapításával egyezően igazolják, hogy az istállótrágyában adott P hatása gyakorlatilag megegyezik a műtrágyában adott P hatásával. BEER és munkatársai (1990) ezt például úgy fejezték ki, hogy az istállótrágya-P műtrágya-egyenértéke = 100. Ez látható a két kísérlet 9, illetve 8 rotációjának átlagában adott és kivont P szakaszonként bemutatott alakulásából is (5. táblázat).

Az első szakaszok átlagában a 2. kezelés istállótrágyázott parcelláin a kukorica igazolhatóan több foszfort vett fel, mint a kisebb P-adagú, csak műtrágyázott 3. kezelésben. A további szakaszokban azonban a szuperfoszfát-P hatékonysága azonos, vagy valamivel nagyobb is volt az istállótrágyában adott P

5. táblázat

A szerves- és műtrágyákkal adott és a betakarított terméssel kivont P megoszlása szakaszonként (Martonvásár 1956-1991)

(1) Szakasz	(2) Kezelés*								(3) SzD _{5%}
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
A. Adott P ₂ O ₅ kg/ha/év									
1.	-	179	51	211	86	81	53	86	5
2.	-	-	45	36	80	81	50	76	
3.	-	-	42	59	89	88	51	89	
4.	-	-	41	55	89	87	46	89	
a) Átlag	-	45	45	90	86	84	50	85	
B. Kivont P ₂ O ₅ kg/ha/év									
1.	32	50	45	52	54	51	49	52	5
2.	30	43	45	51	52	52	45	50	
3.	22	30	39	44	45	44	40	44	
4.	23	31	34	41	41	40	35	42	
b) SzD _{5%}	9								
a) Átlag	27	39	41	47	48	47	42	47	3
C. Kivont többlet a Ø-hoz, kg P ₂ O ₅ /ha/év									
1.	-	18	13	20	22	19	17	20	5
2.	-	13	15	21	22	22	15	20	
3.	-	8	17	22	23	22	18	22	
4.	-	8	11	18	18	17	12	19	
b) SzD _{5%}	13								
a) Átlag	-	12	14	20	21	20	15	20	3

Kezelés: lásd 2. táblázat

utóhatásánál. A rotációk átlagában végeredményben nem volt szignifikáns különbség a 2. és 3., valamint a 4., 5. és 6. kezelésben kivont P-tartalmak között.

Az istállótrágya-P érvényesülésének szakaszonkénti megoszlása a mérleg-módszer szerint 32-28-20-20 %, a különbség-módszer alapján 38-28-17-17 %-nak adódott.

A műtrágyaigény becslésekor több hazai kiadvány, köztük a MÉM NAK 1987-ben megjelent irányelvei, vagy az Agroinform "Szervestrágya gazdálkodás" (Szerk.: MÜLLER, 1990) c. kiadványa csak 2 évig javasolják az istállótrágya P-szolgáltatását figyelembe venni. Ezt részben azzal indokolták, hogy a további években már elhanyagolhatóan kevés P marad vissza az istállótrágyából.

Kísérleteinkben 4 évenként átlag 42 t/ha istállótrágyában kerekén 180 kg/ha P_2O_5 -t adtunk. Az istállótrágyák tehát átlagosan több mint 0,4 % P_2O_5 -t tartalmaztak. Az ÁBRAHÁM (1980) által közölt adatokból is kitűnik, hogy a jól kezelt, nagyüzemi istállótrágyák P-tartalma jóval, gyakran 2-3-szor is nagyobb a régebben becsült átlagos 0,25 % P_2O_5 értéknél.

Az 5. táblázat adatai alapján az istállótrágya-P 3. és 4. évi átlagos utóhatásait 17 - 20 %-ra becsültük. Ha az istállótrágya összes P-tartalmának műtrágya-

6. táblázat

A 4 évenként és évenként adott szuperfoszfát hatásai
(Martonvásár, 1.1 kísérlet, 5., 6. és 8. rotáció átlagai)

(1) Szakasz	(2) Kezelés				
	1.	9.	10.	9-10.	(3) SzD _{5%}
A. Adott P_2O_5, kg/ha					
1	-	264	78		
2	-	-	57		
3	-	-	60		
4	-	-	70		
a) Átlag	-	66	66		
B. Főtermés, t/ha					
1	3,81	6,10	5,73	0,37	
2	5,07	7,99	7,81	0,18	
3	1,96	5,65	5,12	0,53	0,57
4	2,24	3,76	3,99	-0,23	
a) Átlag	3,27	5,87	5,66	0,21	0,45
C. Kivont P_2O_5, kg/ha					
1	25	42	40	2	
2	34	48	46	2	
3	17	50	46	4	10
4	20	38	38	0	
a) Átlag	24	44	42	2	8

egyenértékét 90-100-nak tekintjük, úgy az istállótrágyában adott 180 kg/ha P_2O_5 műtrágya-egyenértékét évi 28-36 kg/ha, azaz a 3. és 4. évben összesen legalább 50-70 kg/ha P_2O_5 -re tehetjük. Az istállótrágya-P 3. és 4. évi hatása tehát akkor sem tekinthető elhanyagolható mennyiségnek, ha a gyakorlatban sok esetben 40 t-nál kevesebb istállótrágyát adnak 1 hektárra.

A 7. és 8. kezelésben alászántott szalma, illetve kukoricaszár évi 7-8 kg/ha P_2O_5 -tartalma valóban nem sok, de hosszabb idő alatt kis mértékben növelheti a talaj P-szolgáltatását.

Az "Anyag és módszer" fejezetben említettük, hogy az idők folyamán néhány kezelést átalakítottunk. Így például az 1.1 kísérlet 9. kezelésében az eredeti tőzegkomposztot elhagytuk és az 5. rotációtól, azaz 1971 őszétől kezdve csak 4 évenként szántottuk alá a megnövelt szuperfoszfátadagokat. Az utóhatások becslésére a 10. kezelésben a foszfort évenként szórtuk ki az őszi szántások előtt. Ugyancsak évenként adtuk mindkét kezelésben a N- és K-műtrágyákat.

A 6. táblázatban az 5., 6. és 8. rotáció átlagában közöljük a kukorica és búza szemterméseket, valamint a betakarított növényekkel kivont P-mennyiségeket. (A 7. rotáció eredményeit ki kellett hagyni az átlagolásból, mert a 9. kezelésben nem 4, hanem 2 évre elosztva adtuk a P-t.) A 6. táblázatból látható, hogy ezen a talajon a szuperfoszfátnak is jelentős az utóhatása. A 4 évenként és az évenként adott foszfor gyakorlatilag azonosan növelte a terméseket, és az érvényesülésük között sem volt igazolható különbség.

Összefoglalás

Martonvásáron, erdőmaradványos csernozjom semleges kémhatású és karbonátos változatán két tartamkísérletben vizsgáljuk az istállótrágya, búzaszalma, kukoricaszár és a műtrágyák hatásait kukorica-búza dikultúrában a növények P-tartalmára. Bemutatjuk az 1956-1991. időszakban vizsgált fő- és melléktermések P-tartalmának átlagait, az adatok szórását és szélső értékeit (1. táblázat). A kukorica P-tartalmát az eltérő tápelemellátás igazolhatóan befolyásolta. Az őszi búza P %-a, továbbá a fajlagos, azaz az egységnyi szemterméssel és a hozzá tartozó mellékterméssel betakarított P mennyisége nem, vagy csak kis mértékben változott a kezelések hatására (2. táblázat). Egyes búzafajták P-tartalma közötti különbségek meghaladták a trágyázás okozta eltéréseket (3. táblázat).

A P-forgalom kumulatív elemzése során megállapítható volt, hogy a terméssel betakarított P, valamint a trágyázatlan kontrollhoz viszonyított P-többség, így a trágyák P-tartalmának látszólagos hasznosulása fokozatosan növekedett (4. táblázat). Eredményeink is igazolták, hogy az istállótrágya és a műtrágya-P hatékonysága gyakorlatilag azonos. A kísérleteinkhez hasonló csernozjom jellegű talajokon mind az istállótrágya, mind a szuperfoszfát P-tartalmának utóhatása legalább 4 évig jelentős (5. és 6. táblázat).

Irodalom

- ÁBRAHÁM L., 1980. A szerves trágyák kezelése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- ANSORGE, H., 1965. Nährstoffaufnahme und Nährstoffbilanzen im "Statischen Düngungsversuch" Lauchstädt nach 60jähriger Versuchsdauer. 2. Mitteilung: Phosphorsäure. Thaer-Arch. 9. 631-650.
- ÁRENDÁS T., 1993. Kukorica-őszi búza dikultúra trágyázása erdőmaradványos csernozjomon. Doktori értekezés (Kézirat).
- BEER, K., KORIATH, H. & PODLESÁK, W., 1990. Organische und mineralische Düngung. Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.
- DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B.-NÉ, 1994. Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KÁDÁR I. & CSATHÓ P., 1985. A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában. Agrokémia és Talajtan. 34. 97-124.
- KRÁMER M. et al., 1979. Néhány martonvásári hibrid kukorica fajlagos N-, P- és K-tartalma közép- és észak-magyarországi termőhelyeken. In: Kukoricatermesztési kísérletek. (Szerk. Bajai, I.). 51-62. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- LÁSZTITY B., 1988. A műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemtartalom-változására a tenyészidő folyamán. Agrokémia és Talajtan. 36-37. 163-176.
- LÁSZTITY B. & KÁDÁR I., 1978. Az őszi búza szárazanyag felhalmozódásának, valamint tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletekben. Agrokémia és Talajtan. 27. 429-444.
- LÁSZTITY B., KÁDÁR I. & ELEK É., 1978. A foszfor és kálium műtrágyázás növényre gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homokon. Agrokémia és Talajtan. 27. 130-140.
- MÜLLER K. 1990. Szervestrágya gazdálkodás. Agroinform. Budapest.
- SARKADI J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Bp.
- SARKADI J., 1976. Einfluss von organischen und mineraldüngen auf die Fruchtbarkeit tshernozemartigen Böden. Agrochimica. 20. 447-457.
- SARKADI J., 1991. Szerves és műtrágyák hatása a búza és kukorica termésére. Agrokémia és Talajtan. 40. 87-96.
- SARKADI J., 1993. Szerves- és műtrágyák tápelemtartalmának érvényesülése tartamkísérletekben. I. Nitrogénforgalom. Agrokémia és Talajtan. 42. 293-306.
- SARKADI J. & BÁNÓ T., 1967. Szerves és műtrágyák hatásának vizsgálata tartamkísérletekben. In: Trágyázási kísérletek, 1955-1964. 74-95. Akadémiai Kiadó, Bp.
- SARKADI J. & LÁNG I., 1963. A búza környezete. 1. Edafikus tényezők. In: LELLEY J. & MÁNDY GY.: A búza. 155-166. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- TATÁR P., 1985. A növekvő N-műtrágya adagok hatása a különböző fenofázisban lévő Novosadska Rana 2 őszi búza makro- és mikroelem-tartalmára. In: BAJAI J. & KOLTAI A.: Búzatermesztési kísérletek. 1970-1980. 368-374. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- THAMM F.-NÉ., KRÁMER M. & SARKADI J., 1968. Növények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdo-vanádátos módszerrel. Agrokémia és Talajtan. 17. 145-156.

Érkezett: 1994. június 8.

Utilization of the Nutrient Contents of Organic Manure and Mineral Fertilizers in Long-term Experiments. II. P Balance

J. SARKADI

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

The effect of stable manure, wheat straw, maize stalks and fertilizer on the P content of plants grown in a maize-wheat diculture are studied in two long-term experiments set up on neutral and calcareous variants of a chernozem soil with forest residues in Martonvásár. The mean values of P content, together with the deviation and extreme values of the data are presented for the main and by-products over the period 1956-1991 (Table 1). The P content of maize was significantly influenced by the nutrient supplies. Neither the P% of winter wheat nor the specific P quantities harvested per unit grain yield, with the relevant by-products changed as the result of the treatments, or only to a slight extent (Table 2). The difference between the P contents of individual wheat varieties exceeded the differences caused by fertilization (Table 3).

A cumulative analysis of the P balance indicated that the P harvested with the yield and the P surplus compared to the unfertilized control, in other words the apparent utilization of the P content of the fertilizers, gradually increased (Table 4). The present results confirmed that the efficiency of stable manure and fertilizer P is practically identical. On chernozem-type soils similar to that used in the experiment, the after-effects of the P content of both stable manure and superphosphate were substantial for at least 4 years (Tables 5 and 6).

Table 1. Parameters indicative of the P content of maize (A) and winter wheat (B) (Martonvásár, 1956-1991, in terms of 86% dry matter). (1) Parameters. a) Grain P%; b) Stalk P%; c) Cob P%; d) Specific P, kg/t; e) Specific P_2O_5 , kg/t; f) Extracted P and P_2O_5 , kg/ha; g) Straw P%; h) Husks P%.

Table 2. Effect of the treatments on the yields and P contents of maize and winter wheat (Martonvásár, 1956-1991, 86% dry matter). (1) Treatment. (2) $LSD_{5\%}$. A. Maize (grain yield 100% = 4.82 t/ha). B. Winter wheat (grain yield 100% = 2.42 t/ha). C. Applied P_2O_5 , kg/ha/year. a) Grain yield %; b) Grain P%; c) Stalk P%; d) Cob P%; e)-h): See Table 1. i) in organic manure; j) in fertilizer; k) Total. Note: I: stable manure; Sz: straw or stalks; M, m: fertilizers, Nsz: non-significant.

Table 3. P contents of the wheat varieties Bezostaya 1 and Mv 8 (Martonvásár, Bez. 1: 1962-1971; Mv 8: 1982-1987; 86% dry matter). (1) Wheat variety. a) and (2) $LSD_{5\%}$. (3) Mean. Nsz: non-significant. A. Grain P%. B. Straw P%. C. Husks P%. D. Specific P, kg/t. E. Extracted P, kg/ha.

Table 4. Cumulative P balance of the treatments. (1) Treatments. (2) Experiment 1.1 (1956-1991). (3) Year. (4) Experiment 1.4 (1959-1990). A. Applied P_2O_5 , kg/ha/year. B. Extracted P_2O_5 , kg/ha/year. C. Extracted surplus compared to the control, kg P_2O_5 /ha/year.

Table 5. Periodic distribution of P applied with manure and fertilizers and extracted with the harvested yield (Martonvásár, 1956-1991). (1) Period of crop rotation. a) Mean; b) and (3) $LSD_{5\%}$. (2) Treatment (see Table 2). A. Applied P_2O_5 , kg/ha/ year. B. Extracted P_2O_5 , kg/ha/year. C. Extracted surplus compared to the control, kg P_2O_5 /ha/year.

Table 6. Effects of superphosphate applied every 4 years or every year (Martonvásár, Experiment 1.1, means of rotations 5, 6 and 8). (1) Period. a) Mean. (2) Treatment. (3) $LSD_{5\%}$. A. Applied P_2O_5 , kg/ha/year. B. Main yield, t/ha/year. C. Extracted P_2O_5 , kg/ha/year.